

ミスト養生を用いたPC橋の継続養生 (三遠南信20号橋)

(株) 安部日鋼工業	正会員	○國富 康志
(株) 安部日鋼工業		松尾 朋春
エスアールジータカミヤ (株)		下貞 典之
国土交通省 中部地方整備局		浅井 聡

1. はじめに

養生工は、コンクリート部材の品質・耐久性に大きな影響を与える要因の一つであり、長期間養生を継続することで品質・耐久性の更なる向上につながる。しかし PC 構造物において、プレストレス導入のため早期に型枠を取り外す必要があることや、張り出し施工のようなサイクル施工の場合は、工程順守のために長期間継続して養生を実施することは困難である。そこで、ミストを用いて露出するコンクリート面の養生を実施することにより、工程に影響を与えず継続養生を実施することを試みた。本稿では、PC 橋梁の場所打ちコンクリートを対象に、ミスト養生を実施した内容を報告する。ミストは粒子が細かいため、風の影響を大きく受ける特徴を有している。そこで、有用性確認を行うにあたり、はじめに、外気にさらされる環境下においてミストを利用して高湿度環境を確保できるかを検討した。その後、同環境下でミスト養生を実施した場合のコンクリートの品質・耐久性への効果を確認した。その結果、場所打ち PC 橋梁の現場でも高湿度環境を確保することが可能であり、コンクリートの品質・耐久性の向上が図れることを確認した。

2. 計測概要

2.1 橋梁概要

工 事 名 : 三遠南信 20 号橋 PC 上部工事	支 間 長 : 60.70 m + 60.70 m
工 期 : 2013年2月～2014年1月 (張出し施工は9～12月)	有効幅員 : 12.00 m
構造形式 : PC2径間連続ラーメン箱桁橋	横断勾配 : 2.0%
橋 長 : 123.000 m	縦断勾配 : 5.0%
橋梁の構造一般図を図-1に示す。	架設工法 : 片持ち張出し架設(14ブロック)

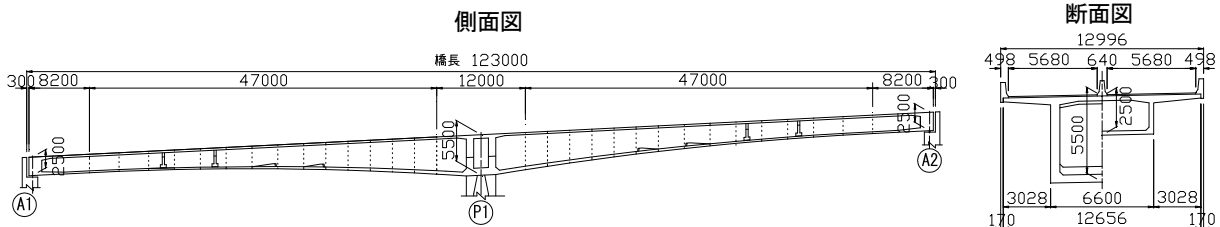


図-1 構造一般図

2.2 ミスト養生概要

(1) ミスト噴霧設備

ミスト養生とは、 50μ 以下の粒径の霧を養生雰囲気中に噴霧することで、雰囲気内を高湿度に保ち、コンクリート部材表面からの水分逸散を抑制する養生方法である。ミストの噴霧方法として、躯体周辺にミストを噴霧するノズルパイプを配管して、その配管部近傍にミストを噴霧させる、比較的狭い範囲を対象とした噴霧方法 (写真-1) や、バズーカノズルを用いて1ヶ所の噴霧位置から遠方までミストを噴霧させる、広範囲を

対象とした噴霧方法 (写真-2) がある。

本橋はワーゲン (移動作業車) を用いた分割施工であるため、1度の施工範囲が比較的小さい。そのため、配管近傍にミストを噴霧させる方法を用いてミスト養生を実施した (写真-3)。

(2) 養生用シート

現場でのミスト養生は、張出し施工区間を対象としている。選定理由として、張出し施工ではサイクル施工となるため、工程の関係から、型枠存置などの継続養生が困難となるためである。ミスト養生は脱枠後のコンクリート面に実施するため、養生設備はワーゲン移動後の脱枠部 (旧施工ブロック) となる、ワーゲン後方足場へ設置した。

ここで、養生にミストを利用するためには、噴霧したミストが風の影響を受けず、長時間空気中に漂っている必要があり、ミスト養生を実施する空間に直接風が吹き込まないようにしなければならない。その対応策として、ミストに利用する水分量も勘案し、ミスト養生の対象となる躯体周辺のみを専用シートで囲うこととし、その内部にミストを噴霧した (図-2)。

現場で用いた養生用の専用シートは、以下の3項目に配慮して準備した。

- ①シート寸法：現場で使用するクサビ式足場に合わせて、シートの幅を1800mmと900mmとし、現場でのシート設置作業の効率化を図った。
- ②シート同士の連結：シートの4辺 (上下左右) に面ファスナーを設置して、シート同士の連結部の密閉性向上を図った。
- ③シートの色：ミスト養生を実施する空間内では、仕上げ作業等を平行して実施するため、安全性を考慮して内部が見える透明の材料を用いて、視認性の向上を図った。



写真-1 ノズルパイプ



写真-2 バズーカノズル



写真-3 現場ミスト噴霧状況

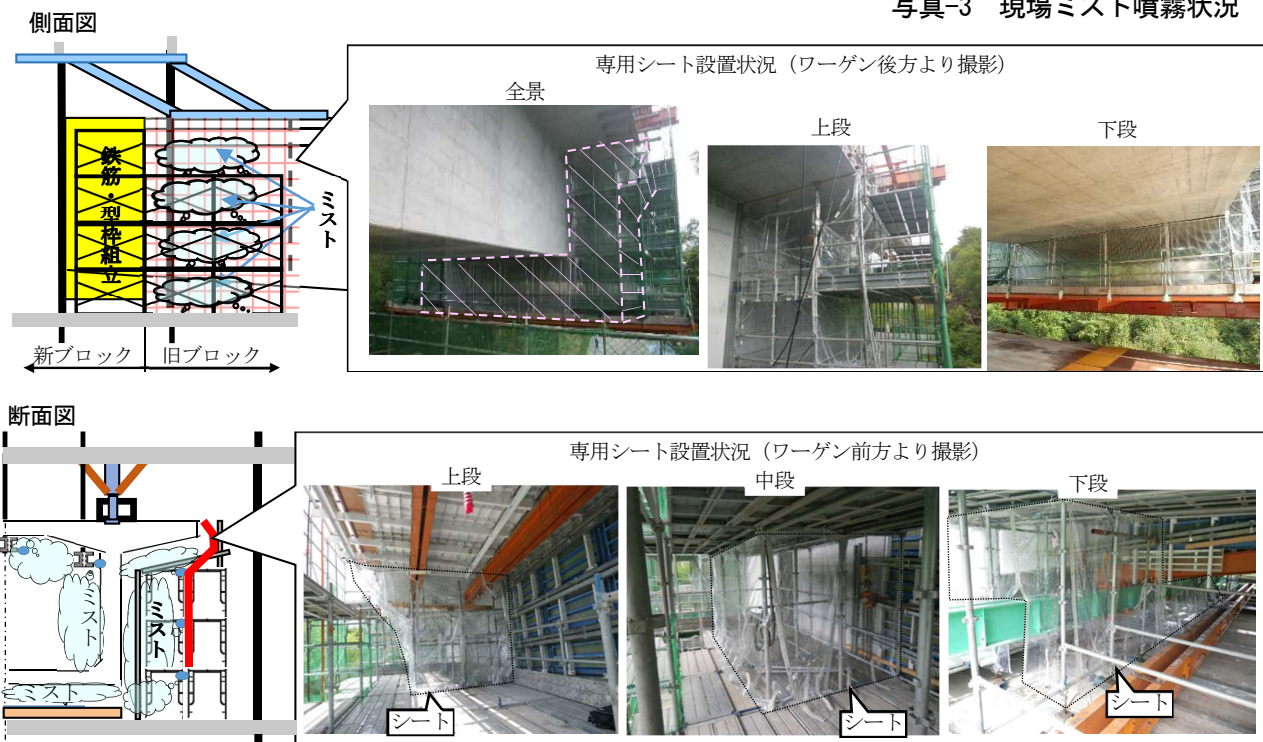


図-2 現場でのシート設置状況

(3) 給水方法

ミスト養生を実施するためには、水の供給が常時必要であったが、本現場は水道水が無い状況であったため、水タンクを用いて給水を行った。ただし、本橋は橋脚高が30m程度あり、ミストを噴霧するポンプの性能上、ポンプを橋面上に設置することが望ましかった。そこで、水タンクを地上の施工ヤードと、柱頭部の2箇所に設置し、散水車で地上の水タンクに直接水を供給し、橋面上の水タンクには、水位が低下したら地上の水タンクから自動で供給されるシステムを構築し、ミスト噴霧用のポンプへ給水した。

また、ミスト養生を実施する空間では、仕上げ作業を平行して実施するため、養生空間内に噴霧される水が人体に影響を与えないようにする必要があった。そこで、供給する水は飲用可能な地下水を利用し、さらには橋面上の水タンクとミスト噴霧用のポンプの連結部にはフィルターを設置して対応した(写真-4)。

2.3 計測概要

ミスト養生では、養生範囲を高湿度に保つことが最も重要となる。そこで、ミスト養生によるコンクリート品質への効果を確認する前に、ミスト噴霧による養生雰囲気内の湿度保持性能を確認し、その後に、コンクリートの品質・耐久性への効果確認を実施した。ここで、高湿度とは相対湿度95%以上(JIS A 1132において、水中養生と同程度の養生環境と記載されている相対湿度)を目標値としている。

2.4 計測項目と供試体種類

○湿度計測：ミストによる養生空間内の高湿度保持性能を確認するため、養生設備内の湿度計測には、高湿度対応の湿度計を使用し、計測は養生期間中、定間隔の自動計測とした。

○品質・耐久性試験：ミスト養生によるコンクリートの品質・耐久性への効果を確認するため、3パターンの養生方法(①ミスト養生を実施しない(以下「気中養生」と記載)、②ミスト養生を実施(以下「ミスト養生」と記載)、③水中で養生(以下「水中養生」と記載))に対して比較検討を行い、各種試験は材齢7日と28日に実施した。実施した品質・耐久性確認試験を以下に示す。

- i) 圧縮強度試験(JIS A 1108に準拠)・・・材料特性値への影響確認(φ100×200mmの円柱供試体)
- ii) 質量変化率試験(脱枠時質量に対する変化率)・・・コンクリート保水性確認(圧縮強度用供試体を利用)
- iii) 表面透気試験(トレント法)・・・コンクリート表面の緻密性を確認(600×200mm,厚さ100mmの矩形供試体)

供試体の養生は図-3に示すように、材齢3日目までは打設面を養生マットで覆い、脱枠後から3パターンの養生方法を実施した。また、養生は材齢7日までとし、ミスト養生設備内の湿度は定期的に管理した。

3. 計測結果

3.1 湿度計測

現場で実施した湿度計測の計測位置を図-4に、計測結果を図-5に示す。計測の結果、昼間の温度上昇にともなって外気の湿度は急激に減少するが、ミストの噴霧により養生雰囲気内は、概ね湿度95%以上を確保できており、シートで養生空間を覆うことで、養生空間の高湿度環境を確保することができた。



写真-4 フィルター設置状況

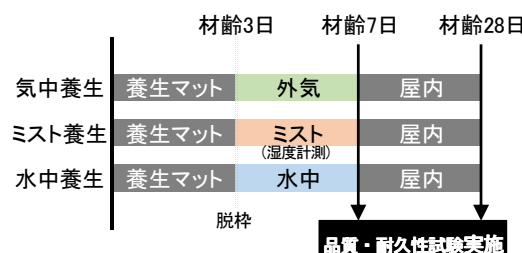


図-3 試験体ごとの養生工程

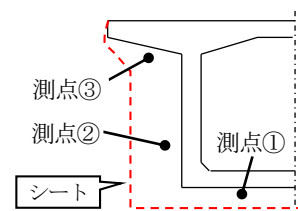


図-4 湿度計測位置図

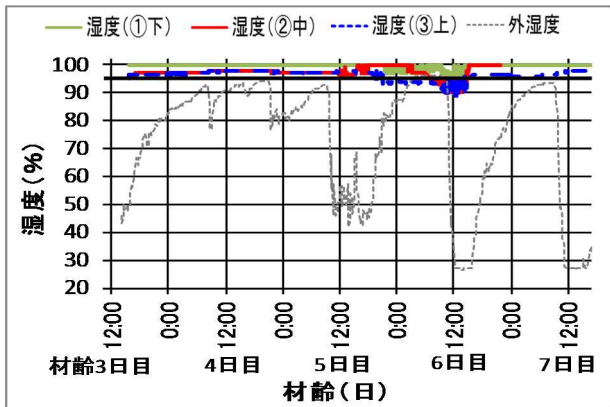


図-5 湿度計測結果

表-1 透気係数結果

	σ28		
	透気係数 ($\times 10^{-16} \text{ m}^2$)	気中との 比率(%)	電気抵抗値 (kΩcm)
気中養生	0.050	----	8.3
ミスト養生	0.035	70.7%	8.3
水中養生	0.034	68.7%	8.1

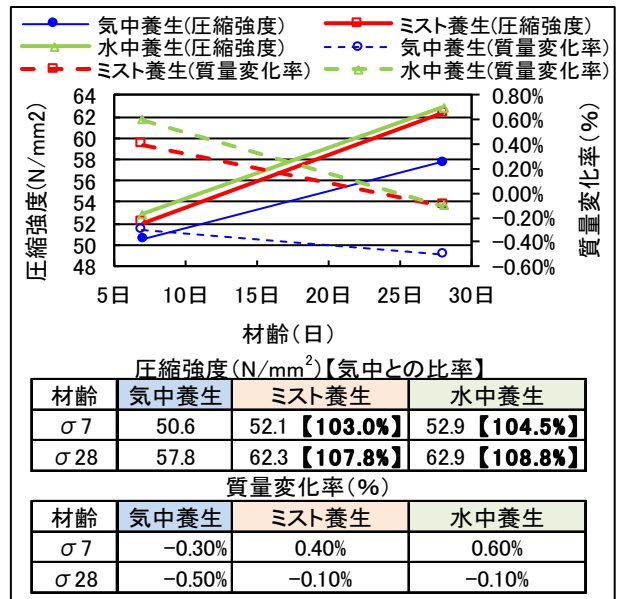


図-6 圧縮強度・質量変化率結果

3.2 品質・耐久性試験

(1) 圧縮強度と質量変化率 (品質)

計測結果を図-6 に示す。ミスト養生の供試体に関し、圧縮強度は気中養生に比べて材齢 28 日で 8%程度向上する結果であった。また、質量変化率に関しても、減少率が 0.1%と僅かであり、気中養生の 0.5%減少と比較すると、改善が図られた結果となった。また、水中養生と比較すると、圧縮強度と質量変化率ともに同程度の結果となっており、ミスト養生による効果が確認できた。

(2) 透気係数計測 (耐久性)

計測結果を表-1 に示す。計測を実施したコンクリートの水セメント比が 38%であったため、すべての養生方法で透気係数が小さい計測結果となっており、気中養生に関しても良好な数値である。ただし、それぞれの結果の相対比較を行うと、ミスト養生を実施した場合、気中養生よりも 30%低減する結果であり、さらに水中養生と同程度の結果となった。

4. まとめ

4.1 湿度計測

ミスト養生を実施するために必要となる高湿度環境は、外気の影響を受ける場所打ち PC 橋梁の現場においても、確保することが可能であることを実証できた。

今回計測を実施したのは長野県飯田市であり、比較的気温が低い地域であった。そのため、今回の計測では気温が上昇する昼間においても湿度 95%以上を概ね確保できているが、温暖な地域など昼間の温度がより高くなる地域では、ミストの噴霧量を多くする必要がある。また、ミストの気化熱によって養生空間内は外気温よりも低くなるが、日射を受けると外気よりも温度が上昇してしまう可能性があるため、温暖な地域ではシートに直接日光を当てないような工夫が必要と思われる。

4.2 品質・耐久性試験

すべての計測結果において、脱枠後から材齢 7 日までミスト養生を実施することで、気中養生よりも水中養生に近い結果が得られ、現場の養生でも水中養生と同程度の効果を得ることができ、ミスト養生の有効性を確認することができた。

最後に紙面を借りて、本計測に協力いただいた関係者の方々に改めて感謝申し上げます。